

# **Pengaruh Jenis Pengaduk Dan Waktu Fermentasi Terhadap Fermentasi Nira Nipah Menjadi Bioetanol Menggunakan *Yeast Saccharomyces Cereviceae***

**Khoirul Amru Nst<sup>1)</sup>, Chairul<sup>2)</sup>, Maria Peratenta S<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, <sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru Kode Pos 28293

*khoirulamrunst92@gmail.com/085278588402*

## **ABSTRACT**

*Bioethanol is a chemical that is produced from plant raw materials containing starch, sugar and cellulose through a process of fermentation and distillation is an alternative fuel that is environmentally friendly and renewable nature. One of the raw materials for bioethanol production are Nypa sap. Availability of land wide enough Nypa in Indonesia (700,000 ha) as well as a fairly high sugar content (18-19%) makes the Nypa sap is a potential to be processed into bioethanol. Flow patterns and the degree of turbulence is an important aspect that affects the quality of mixing is dependent on several factors such as the geometry of the tank, the physical properties of the fluid and the Impeller. Fermentation time very big influence on the activity of yeast because the longer the fermentation, the more the number increasingly active yeast or yeast to proliferate. The purpose of the study to convert the sugar in the Nypa sap is fermented into bioethanol and observe the effect of impeller and fermentation time on ethanol produced using Sacharomyces cereviceae. Through the process of fermentation using yeast Sacharomyces cereviceae, glucose is converted into ethanol and carbon dioxide. Preparation is done with the starter yeast inoculum Sacharomyces cereviceae at 10% so that the yeast fermentation medium is able to adapt and ready to ferment. Fermentation takes place in batches with a volume of 2 liters of fermentation medium, variations impeller Paddle, Pitched Blade Turbine, Disc Turbine and variations of fermentation time 24, 36, 48, 60 and 72 hours. Stirring speed of 150 rpm and temperature of fermentation at room temperature (25 - 30<sup>0</sup>C). Ethanol concentration was analyzed by using Gas Chromatography. The optimum fermentation process is shown on the Impeller Pitched Blade Turbine fermentation time of 48 hours with yield obtained 89,86% and ethanol concentrations obtained 10.72% (v / v) or 84.60 mg / ml.*

**Keywords:** *Bioethanol, Nypa Sap, Saccharomyces Cerevisiae, Impeller, Flow Pattern.*

## **I. Pendahuluan**

Peningkatan kebutuhan energi Bahan Bakar Minyak (BBM) di dunia mengalami keterbatasan karena ketersediaan bahan baku sumber daya alam berupa bahan bakar mineral atau bahan bakar fosil semakin berkurang. Berdasarkan data dari Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (Sumiarso, 2011), mengalami peningkatan kebutuhan energi selama tahun 2000–2009 rata-rata 7% per tahun. Data dari Direktorat Jendral

Energi Baru Terbarukan < 5% pangsa energi non-fosil, untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak perlu dikembangkan bahan bakar non-fosil. Salah satu sumber energi alternatif terbaru yang berpotensi besar untuk dikembangkan adalah bahan bakar nabati (BBN) yang merupakan bahan bakar dari sumber daya hayati.

Salah satu jenis BBN adalah bioetanol. Bioetanol merupakan bahan kimia yang diproduksi dari bahan baku

tanaman yang mengandung pati serta bahan yang mengandung gula dan selulosa melalui suatu proses fermentasi dan destilasi. Bioetanol ( $C_2H_5OH$ ) merupakan salah satu *biofuel* bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya yang terbarukan. Bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan memiliki keunggulan karena mampu menurunkan emisi  $CO_2$  dibandingkan dengan emisi bahan bakar fosil. Salah satu sumber energi terbarukan adalah nira Nipah (*Nypa fruticans*).

Nipah adalah sejenis palem (palma) yang tumbuh di lingkungan hutan bakau atau daerah pasang surut dekat tepi laut. Nipa tersebar luas di daerah Asia Tenggara dimana yang terbesar terdapat di Indonesia sekitar 700.000 ha, Papua Nugini 500.000 ha, Malaysia 200.000 ha dan di Philipina 8000 ha (Tamunaidu, 2012). Tanaman ini dapat melindungi daratan atau pantai dari abrasi air laut. Seperti tanaman kelapa, seluruh bagian tanaman nipah dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Nipah dapat juga disadap niranya, yaitu cairan manis yang diperoleh dari tandan buah yang belum tua. Selama ini pemanfaatan nira nipah belum optimal. Sebagian masyarakat di pesisir pantai memanfaatkan nira nipah untuk pembuatan gula. Namun gula yang diperoleh mempunyai rasa sedikit asin dan kurang disukai konsumen, sehingga pengolahan nira menjadi gula tidak maksimal (Tresnawati, 2009). Menurut Tamunaidu dkk, nira nipah berpotensi untuk menghasilkan 6.480 - 15.600 liter per hektar, atau 2 kali hasil yang diperoleh dari tebu, dan 6 kali hasil dari jagung (Tamunaidu et al., 2011). Hal ini mendorong pemanfaatan nira untuk produk yang lain yang lebih produktif seperti pembuatan bioetanol.

Pengadukan berfungsi untuk meratakan kontak antara substrat, enzim dan *yeast*, menjaga agar tidak terjadinya pengendapan di bawah bioreaktor dan pengadukan perlu dilakukan agar zat

pereaksi dapat bertumbukkan dengan baik (Ali F, 2011).

Pengaduk dalam tangki memiliki fungsi sebagai pompa yang menghasilkan laju volumetrik tertentu pada tiap kecepatan putaran dan input daya. Input daya dipengaruhi oleh geometri peralatan dan fluida yang digunakan. Profil aliran dan derajat turbulensi merupakan aspek penting yang mempengaruhi kualitas pencampuran sedangkan pola aliran dan faktor turbulensi yang dihasilkan bergantung pada beberapa faktor antara lain geometri tangki, sifat fisik fluida dan jenis pengaduk yang digunakan (Perry, 1984). Waktu fermentasi sangat berpengaruh besar terhadap aktivitas *yeast* karena semakin lama fermentasi, maka semakin banyak jumlah *yeast* atau semakin aktif *yeast* untuk berkembang biak. Sehingga mempunyai kemampuan untuk mengkonversi substrat semakin besar pula. Oleh karena itu pemilihan jenis pengaduk dan waktu yang tepat diharapkan dapat menunjang fungsi pengadukan sehingga dapat meningkatkan hasil fermentasi dan mengetahui waktu terbaik.

Kurniawan (2011), telah meneliti pengaruh jenis dan kecepatan pengaduk pada fermentasi etanol secara sinambung dalam bioreaktor tangki berpengaduk sel tertambat, dengan menggunakan ragi *Schizosacharomyces Pombe* yang ditambatkan pada batu apung di dalam bioreaktor tangki berpengaduk. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan jenis pengaduk (*propeller, paddle, turbine*) dan kecepatan pengaduk (100 dan 150 rpm), fermentasi berlangsung dalam kondisi anaerob pada temperatur  $34^{\circ}C$ , pH 4,5, konsentrasi glukosa 150 gr/L, ukuran batu apung 35/40 mesh, waktu tinggal substrat 48 jam. Kondisi terbaik pada penelitian ini diperoleh pada jenis pengaduk *propeller* dengan kecepatan pengaduk 150 rpm, dimana konsentrasi etanol sebesar 13,235 % (v/v).

## 2. Metode Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira nipah yang diperoleh dari Desa Lubuk Muda, Kecamatan Siak Kecil, Kabupaten Bengkalis. *Sacharomyces cerevisiae* atau ragi, Aquades,  $H_2SO_4$  dan NaOH, gula murni, *yeast extract*,  $(NH_2)_2CO$  (Urea),  $NH_4H_2PO_4$  (NPK), dan Reagen Nelson-Samogyi. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian alat fermentor 2 liter lengkap dengan 3 jenis *impeller* yaitu *Flat Paddle*, *Disc Turbine*, *Pitched Blade Turbine*. Selanjutnya *autoclave*, timbangan analitik, inkubator, *shaker*, spektrofotometer, erlenmeyer, *cuvet*, gelas kimia, pH meter, tabung reaksi, kain kasa, GC (*Gas Chromatography*), viskometer, piknometer dan *rotary evaporator*.

Variabel tetap dalam penelitian ini adalah medium fermentasi (substrat) 2.000 ml (nira nipah), pH awal 5, suhu kamar, kecepatan pengadukan 150 rpm, Urea (46% N) 1 gr/l, NPK (16% P) 1,25 gr/l, *Yeast extract* 2,5 g/l, dan volume starter 10 %. Sedangkan variable berubah yang divariasikan adalah jenis pengaduk (*Flat Paddle*, *Disc Turbine*, *Pitched Blade Turbine*) dan waktu fermentasi 24, 36, 48, 60 dan 72 jam.

### 2.1 Tahap Persiapan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira nipah. Untuk menjaga kemurnian nira nipah maka pada saat penyadapan diusahakan tidak ada sampah, kotoran atau bahan lainnya yang masuk. Selain itu agar nira tidak terkonversi oleh mikroorganisme yang menyebabkan asam pada nira nipah maka dilakukan pemanasan (sterilisasi) di tempat penyadapan dan setelah itu nira dijaga pada kondisi tetap dingin.

Kurva standar glukosa digunakan dalam penentuan konsentrasi glukosa dari substrat dengan metode Nelson-Somogyi (Sudarmadji, 1997). Kurva ini menyatakan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi glukosa. Dengan kurva ini

larutan yang mengandung gula (gula pereduksi) dapat diketahui konsentrasinya dengan menggunakan spektrofotometer sinar tampak.

### 2.2 Tahap Penelitian

Semua peralatan dan bahan kecuali *yeast* disterilisasi terlebih dahulu di dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu  $121^{\circ}C$ . Selanjutnya dilakukan pengaturan pH sesuai dengan variabel penelitian. *Sacharomyces cereviceae* dibiakkan dalam 10% medium fermentasi, medium pengembang yang digunakan sama dengan medium yang akan difermentasikan dengan pH awal 5. Selanjutnya tambahkan nutrisi dengan kadar 0,25 g/l *yeast extract*, 0,1 g/l  $(NH_2)_2CO$  (Urea) dan 0,125 gr/l  $NH_4H_2PO_4$  (NPK) kedalam medium pengembang (*starter*) dan diaduk hingga merata (homogen). Larutan tersebut disterilkan dalam *autoklaf* selama 15 menit pada suhu  $121^{\circ}C$ . Kemudian medium pengembang *starter* didinginkan sampai suhu kamar. Selanjutnya ditambahkan ragi (*Sacharomyces cerevisiae*) sebanyak 4 gram dan di *shaker* selama 24 jam. Kemudian siapkan medium fermentasi dan tambahkan nutrisi kedalam medium fermentasi dan disterilkan dalam *autoclave* pada suhu  $121^{\circ}C$  selama 15 menit. Proses Fermentasi dimulai dengan menambahkan *starter* ke dalam medium fermentasi (nira nipah) dengan komposisi yang sesuai dengan variabel penelitian, perbandingan yang digunakan adalah 10% volume *starter* terhadap volume total cairan yaitu 2 L. Fermentor yang digunakan adalah *vessel* fermentor 2000 ml pada suhu kamar dan waktu fermentasi divariasikan pada 24, 36, 48, 60 dan 72 jam untuk mengamati pengaruh waktu fermentasi terhadap etanol yang dihasilkan.

### 2.3 Tahap Analisa

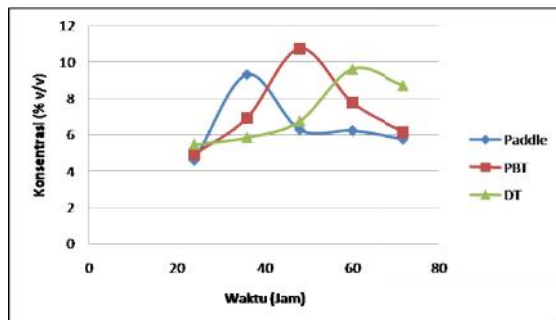
Pemisahan bioetanol dari sampel dengan menggunakan alat *Rotary evaporator* dan konsentrasi bioetanol diukur menggunakan

gas kromatografi dan konsentrasi gula dianalisa dengan metode Nelson-Samogyi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengaruh Jenis Pengaduk Dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Pengaruh jenis pengaduk dan waktu terhadap konsentrasi bioetanol pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.1.

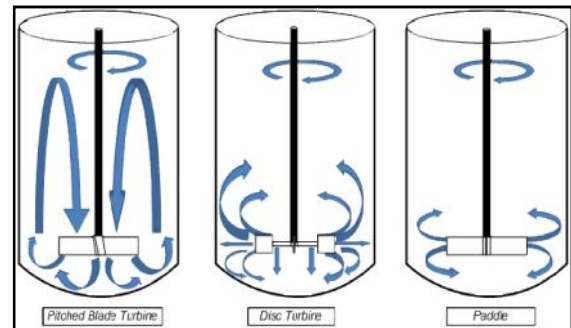


**Gambar 3.1** Hubungan Jenis Pengaduk dan Waktu Fermentasi Terhadap Hasil Bioetanol

Gambar 3.1 menyatakan bahwa konsentrasil bioetanol pada jenis pengaduk *pitched blade turbine* (PBT) yang menghasilkan kadar bioetanol yang tertinggi yaitu 10,72 %(v/v) pada jam ke-48, dengan konsentrasi bioetanol masing-masing 4,90; 6,91; 10,72; 7,74; dan 6,13 %(v/v). Sedangkan untuk jenis pengaduk *Disc Turbine* (DT) diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi yaitu 9,60 %(v/v) pada waktu jam ke-60, dengan konsentrasi bioetanol masing-masing 5,45; 5,84; 6,74; 9,60; dan 8,70 %(v/v). Selain itu untuk jenis pengaduk *paddle* diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi yaitu 9,29 %(v/v) pada waktu jam ke-36, dengan konsentrasi bioetanol masing-masing 4,59; 9,29; 6,27; 6,22; dan 5,75 %(v/v).

*Yeast* dan nutrisi memiliki densitas yang lebih besar dari substrat nira nipah sehingga saat fermentasi berlangsung di dalam *bioreactor* tanpa pengadukan maka *yeast* dan nutrisi akan mengendap di dasar *bioreactor* yang menyebabkan tidak terjadinya homogenitas dalam

pencampuran (Ali F, 2011). Kualitas homogenitas dalam pencampuran dipengaruhi oleh pola aliran dan faktor turbulensi yang dihasilkan yang bergantung pada beberapa faktor seperti geometri tangki, sifat fisik fluida dan jenis pengaduk yang digunakan (Perry, 1984). Untuk itu dibutuhkan jenis pengaduk dengan pola aliran yang bisa menghomogenitaskan *yeast* dan nutrisi di dalam *bioreactor* secara sempurna. Berdasarkan pengamatan pola aliran yang dihasilkan dari variasi jenis pengaduk yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Pola Aliran pada Variasi Jenis Pengaduk

Gambar 3.2 memberikan pernyataan bahwa pola aliran yang dihasilkan oleh jenis pengaduk *Pitched Blade Turbine* (PBT) adalah pola aliran aksial dominan dan sedikit pola aliran radial dan tangensial. Pola aliran aksial dominan disebabkan oleh bentuk rancangan *blade* (daun) pengaduk yang memiliki kemiringan 45°. Sedangkan pola aliran radial dihasilkan dari pembelokan arus yang bergerak ke arah horizontal setelah mencapai dinding akan dibelokkan ke atas atau ke bawah. Selanjutnya pola aliran tangensial dihasilkan dari perputaran poros tangkai pengaduk.

Gambar 3.1 memberikan profil bahwa kondisi terbaik pada jenis pengaduk *pitched blade turbine* (PBT) dengan kadar etanol sebesar 10,72 %(v/v) pada waktu fermentasi jam ke-48. Pernyataan Kurniawan (2011) sesuai dengan hasil dalam penelitian yang menyatakan bahwa jenis pengaduk terbaik untuk fermentasi



yang menghasilkan konsentrasi bioetanol adalah jenis pengaduk yang menghasilkan pola aliran aksial dominan (*Propeller*). Tetapi dalam penelitian ini jenis pengaduk yang menghasilkan pola aliran aksial dominan adalah *pitched blade turbine* (PBT) yang memiliki jenis pola aliran yang sama dengan jenis pengaduk *propeller*. Aliran aksial dan radial yang terbentuk berguna dalam suspensi padatan *yeast* dan nutrisi yang memiliki densitas lebih besar karena aliran langsung ke bawah dan akan menyapu padatan ke bagian atas fermentor (Geankoplis, 1997).

Sedangkan jenis pengaduk *Disc Turbine* (DT) pada Gambar 3.2 memiliki komponen pola aliran radial yang dominan dimana *impeller* tersebut akan menyebabkan fluida mengalir ke samping dan membentur dinding kemudian sebagian belok ke tengah dan sebagian belok ke bawah lalu kembali ke tengah dan begitu seterusnya dan juga memiliki sedikit aliran tangensial yang dihasilkan dari putaran poros tangkai pengaduk. *Disc turbine* ini cocok digunakan pada kecepatan tinggi dan memiliki pola aliran radial sehingga homogenitas *yeast* dan nutrisi hanya dibagian bawah dan tengah *bioreactor* sedangkan dibagian atas *bioreactor* tidak tercapai. Sedangkan untuk jenis pengaduk *Paddle* berdasarkan pengamatan pada Gambar 3.2, pengaduk *paddle* menghasilkan dua aliran yaitu aliran tangensial yang dominan dan sedikit aliran radial tanpa adanya aliran aksial. *Paddle* tidak efektif digunakan untuk suspensi padatan *yeast* dan nutrisi karena aliran tangensial yang dominan akan menyebabkan terbentuknya gumpalan *yeast* dan nutrisi di bagian bawah *bioreactor* (Geankoplis, 1997).

Selain itu juga semakin lamanya waktu fermentasi, konsentrasi glukosa semakin menurun sedangkan konsentrasi bioetanol semakin meningkat. Hal ini dikarenakan seiring dengan waktu kontak yang terjadi semakin intens, pengkonversian glukosa menjadi bioetanol akan meningkat (Rayana M, 2013). Tetapi

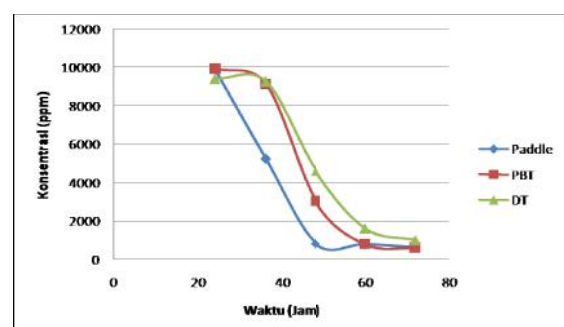
peningkatan konsentrasi bioetanol hasil fermentasi hanya sampai pada titik terbaik atau titik optimum variasi jenis pengaduk tersebut. Adanya penurunan konsentrasi bioetanol ini terjadi karena gula yang dikonversi menjadi produk oleh mikroorganisme semakin sedikit serta akumulasi produk bioetanol yang dapat menghambat pertumbuhan *yeast*. Bioetanol dapat bersifat racun terhadap mikroorganisme, sehingga dengan terbentuknya produk berupa bioetanol akan mengakibatkan produktivitas menurun (Junitania, 2011). Ketika laju fermentasi cepat sementara terjadi kekurangan substrat gula dan akumulasi produk bioetanol semakin meningkat, sebagian *yeast Saccharomyces cereviceae* cenderung untuk mengkonsumsi bioetanol, kemudian adanya reaksi lanjut dari bioetanol yang teroksidasi menjadi asam asetat (Azizah, 2013).



Etanol      Oksigen      Asam asetat      Air

### 3.2 Pengaruh Jenis Pengaduk dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula Sisa

Hasil analisa konsentrasi gula sisa disajikan pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Pengaruh Jenis Pengaduk dan Waktu Fermentasi Terhadap Gula Sisa

Gambar 3.3 terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi gula yang ada semakin berkurang. Hal ini menunjukkan adanya penggunaan gula oleh *yeast*. Penurunan konsentrasi gula tersebut terjadi karena *yeast* membutuhkan

substrat untuk pertumbuhan, baik memperbanyak maupun mempertahankan hidup sel. Gula digunakan oleh *yeast* untuk beraktivitas sehingga menghasilkan bioetanol sebagai metabolit primer (Rachman, 1991).

Waktu fermentasi berpengaruh terhadap aktivitas *yeast* karena semakin lama proses fermentasi, maka *yeast* semakin aktif berkembang biak, artinya semakin banyak jumlahnya, sehingga mempunyai kemampuan untuk memecah substrat semakin besar sampai pada titik optimumnya.

Dari Gambar 3.3 dapat dilihat bahwa konsentrasi gula sisa terendah rata-rata ada pada jenis pengaduk *paddle* yaitu dari jam ke-24 sampai jam ke-60, karena pada fermentasi nira nipah menggunakan pengaduk jenis *paddle* konsentrasi gula nira awal yang digunakan lebih rendah dibandingkan dengan *pitched blade turbine* (PBT) dan *Disc Turbine* (DT). Tetapi pada jam ke-72 konsentrasi gula sisa *pitched blade turbine* (PBT) lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi gula sisa *paddle* yaitu 600 ppm pada jenis pengaduk *pitched blade turbine* (PBT) dan 627,78 ppm pada jenis pengaduk *Paddle*. Hal ini disebabkan pola aliran yang dihasilkan variasi jenis pengaduk *Paddle* yaitu tangensial dominan dan sedikit aliran radial tanpa adanya aliran aksial yang menyebabkan gumpalan *yeast* dan nutrisi di bagian bawah *bioreactor* sehingga konsentrasi gula yang terkonversi pada waktu jam ke-24 sampai jam ke-60 tinggi yang menyebabkan konsentrasi gula sisa yang dihasilkan rendah pada waktu jam tersebut, tetapi pada jam ke-72 konsentrasi gula dibagian bawah *bioreactor* sudah mulai habis terkonversi sehingga konsentrasi gula yang terfermentasi menurun. Sedangkan untuk variasi jenis pengaduk *pitched blade turbine* (PBT) yang menghasilkan pola aliran aksial dominan dan aliran radial akan menyapu *yeast* dan nutrisi dibagian bawah ke bagian atas *bioreactor* sehingga homogenisasi *yeast* dan nutrisi diseluruh bagian

*bioreactor* tercapai dan konsentrasi gula sisa menurun sampai pada titik terendah yaitu pada jam ke-72.

Selanjutnya pada jenis pengaduk *Disc Turbine* (DT) memiliki konsentrasi gula sisa yang terbesar yaitu 1022,22 ppm pada jam ke-72, hal ini disebabkan pola aliran radial dominan yang dihasilkan variasi jenis pengaduk *Disc Turbine* (DT) akan memberikan homogenitas *yeast* dan nutrisi hanya dibagian bawah dan tengah *bioreactor* sedangkan dibagian atas *bioreactor* tidak tercapai sehingga gula yang dibagian atas *bioreactor* tidak terkonversi, selain itu konsentrasi gula awal nira yang digunakan pada variasi jenis pengaduk *Disc Turbine* (DT) lebih besar dibandingkan variasi jenis pengaduk *Paddle* sehingga konsentrasi gula sisa pada variasi jenis pengaduk *Disc Turbine* (DT) lebih besar.

Semakin rendah nilai konsentrasi gula sisa maka nilai konsentrasi gula yang terfermentasi akan semakin meningkat pada semua variasi jenis pengaduk dengan semakin bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan gula yang terdapat pada Substrat (nira nipah) sudah mulai habis terpakai dan terkonversi menjadi bioetanol dan sebagian digunakan sebagai sumber karbon (C) untuk proses pertumbuhan mikroorganisme (Retno, 2011).

## **4. Kesimpulan dan Saran**

### **4.1 Kesimpulan**

1. Jenis Pengaduk berpengaruh terhadap aktivitas *saccharomyces cereviceae* dalam mengkonversi nira nipah menjadi bioetanol, karena pada jenis pengaduk yang berbeda maka pola aliran yang dihasilkan akan berbeda pula. Pola aliran terbaik untuk konversi bioetanol adalah pola aliran aksial yang dominan dan sedikit aliran radial dan tangensial seperti pada pengaduk *pitched blade turbine*.
2. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan, karena semakin lama waktu fermentasi akan meningkatkan kadar bioetanol sampai titik terbaiknya.

3. Konsentrasi bioetanol tertinggi dari hasil fermentasi yang dilakukan adalah 10,72 %(v/v) pada waktu fermentasi 48 jam dengan jenis pengaduk *pitched blade turbine* (PBT).

#### 4.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan pengkajian yang lebih mendalam seperti hubungan jenis pengaduk terhadap hidrodinamika fluida didalam *reactor* fermentasi.
2. Perlu dilakukan penelitian untuk jenis pengaduk yang lain, yang lebih lebih spesifik lagi.
3. Perlu dikembangkan dan dilaksanakan penelitian lebih lanjut untuk memurnikan bioetanol hasil fermentasi nira nipah sehingga diperoleh bioetanol dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

#### V. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan penguji yang telah membantu jalannya proses penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ali F, Arief I.S. Bambang T, 2011. *Analisa Aliran Fluida pada Mixing Crude Oil Storage Tank dengan CFD*. Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya.
- Azizah. 2013. *Variasi Konsentrasi Subtrat Pati Sorgum Menjadi Bioetanol dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Menggunakan Enzim Stargen<sup>TM</sup> 002*. Skripsi. Universitas Riau. Pekanbaru
- Geankoplis, C.J.(1997). *Transport Processes and Unit Operation*. Prentice- Hall International.
- Junitania, 2011, Pembuatan Bioetanol dari Nira Sorgum Manis dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Yeast Candida Utilis*, skripsi, Universitas Riau, Pekanbaru
- Kurniawan, R. 2011, *Pengaruh Jenis Dan Kecepatan Pengaduk Pada Fermentasi Etanol Secara Sinambung Dalam Bioreaktor Tangki Berpengaduk Sel Tertambat*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Industri Itenas Bandung, Bandung
- Perry, P.H, dan Chilton. (1984). “*Perry Chemical Engineering Handbook*” 7<sup>th</sup> ed. Mc Graw-Hill. Kogashuka: Tokyo.
- Rachman, A. K. Dan Y. Sudarto. (1991). *Nipah Sumber Pemanis Baru*. Kanisius, Yogyakarta.
- Rayana, M., 2013, *Variasi Kecepatan Pengadukan dan Waktu pada Pembuatan Bioetanol dari Pati Sorgum dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak (SSF)*, skripsi, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Retno, D.T. dan W. Nuri. 2011. *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang*.UPN “Veteran” : Yogyakarta
- Sumiarso, L, 2011, *Kebijakan Energi Baru, Energi Terbarukan, dan Konservasi Energi*, Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi,
- Tamunaidu, P. T.Kakihira, H. Miyasaka, and S.Saka. (2011). *Prospect of Nipa Sap for Bioethanol Production*. 10, 159-164.
- Tamunaidu, P. & Saka.S. (2012). *Comparative Study of NutrientSupplements and Natural Inorganic component in Ethanolic Fermentation of Nipa Sap*. 92, 181-186.
- Tresnawati, H. 2009. *Motivasi Wanita Perajin Gula Nipah Dalam Meningkatkan Pendapatan Rumah Tangga di Desa Nusadadi, Kecamatan Sumpiuh, Kabupaten Banyumas*. Skripsi Sarjana, Fakultas Pertanian, Unsoed, Purwokerto.